

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-264204

(43)Date of publication of application : 01.11.1988

(51)Int.Cl.

B21B 13/14

(21)Application number : 62-098513

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 23.04.1987

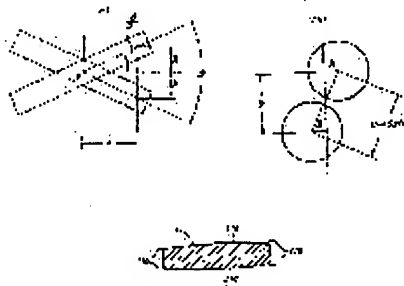
(72)Inventor : KAJIWARA TETSUO

## (54) ROLLING MILL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To properly control a thickness of a rolled stock and to improve the sheet thickness accuracy in the width direction by shifting and crossing a couple of rolling rolls crowned to meet specific equations by a point symmetrical diameter changing amount relating to an axial length from the longitudinal body center.

CONSTITUTION: The equation I expresses variation amounts in diameter to coordinates (x) in the axial direction from the body center of a rolling roll. The equation II expresses roll gap variation amounts  $\Delta S_1(x)$  in the case of shifting the roll. The equation III expresses roll gaps  $\Delta S_2(x)$  in the case of crossing the roll at an angle  $\theta$ . D shows a roll diameter. Therefore, the equation IV expresses roll gaps  $\Delta S(x)$  in the case of shifting and crossing the roll. A 1st term of the equation IV is a quaternary term and corresponds to compensational amounts of an edge drop  $11b$  and a 2nd term of parabolic component corresponds to compensational amounts of a crown  $11a$ . By crowning the roll to correspond those compensational amounts, a rolled sheet thickness is corrected, the roll cost is reduced, and the productivity is improved without preparing plural types of rolling rolls.



$$C_1(x) = a x^4 - b x^2 - c \quad I$$

$$(a > 0, b \geq 0, c > 0)$$

$$\Delta S_1(x) = 10 a \Delta y - x^4 + 2 (10 b \Delta y - b) x^2 \quad II$$

$$\Delta S_2(x) = \frac{2 x^4 \tan^2 \frac{\theta}{2}}{D} \quad III$$

$$\Delta S(x) = 10 a \Delta x - x^4 + 2 (10 b \Delta x - b) x^2 + \frac{2 x^4 \tan^2 \frac{\theta}{2}}{D} \quad IV$$

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-264204

⑭ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)11月1日

B 21 B 13/14

G-7728-4E

K-7728-4E

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 圧延機

⑯ 特 願 昭62-98513

⑰ 出 願 昭62(1987)4月23日

⑱ 発 明 者 梶 原 哲 雄 広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島研究所内

⑲ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 光石 英俊

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

圧 延 機

## 2. 特許請求の範囲

胴長中心から軸方向にとった座標  $x$  に対し直径の変化量が  $a x^3 - b x^2 - c x$  で与えられるクラウニングが施されると共に互いに点対称となるように配置された一対の圧延ロールと、前記圧延ロールを相対的に軸方向に移動させるロールシフト手段と、前記圧延ロールを被圧延材と平行な面内で互いに反対方向に傾斜させるロールクロス手段とを具えたことを特徴とする圧延機。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;産業上の利用分野&gt;

本発明は金属ストリップを平坦にする圧延機に関する。

## &lt;従来の技術&gt;

近年、圧延製品の精度、特に板幅方向の

板厚精度に対する要求が益々厳しくなっている。この板厚方向の板厚異常の主なものは、金属ストリップの横断面形状を表わす第4図に示すように、金属ストリップ11の板幅方向中央部が膨らむ板クラウン11aと、板幅方向両端から25～50mm程度まで急激に板厚が減少するエッジドロップ11bがある。このうち、板幅方向全体に互って分布する板クラウン11aについては、圧延ロールを互いにクロスさせることでほぼ対応することが可能である。すなわち、第5図に示すように、被圧延材である金属ストリップ11を挟んで上下に対向する圧延ロール12及びそれらの補強ロール13を金属ストリップ11と平行な面内で上下で互いに反対方向に傾斜させ、これによって両圧延ロール12の隙間をロール端部に行くに従って広がるようにし、圧延荷重による圧延ロール12の撓みを補償するのである。

一方、エッジドロップ11bを低減する

技術としては、第6図に示すように、上下の圧延ロール14の反対側一端部にそれぞれ端に向って直径が漸減するテーパ部14aを設け、これらの圧延ロール14を軸方向に互いに反対方向に移動させて金属ストリップ11の板幅方向両端部をそのテーパ部14aで圧延するものがある。

#### <発明が解決しようとする問題点>

上述した上下の圧延ロール12をクロスさせるものにあつては、エッジドロップ11bに対しては十分に対応することができない。すなわち、エッジドロップ11bを補償するためには圧延ロール12のクロス角を大きくする必要があるが、クロス角をあまり大きくすると板幅方向全体の板厚分布が悪化し、金属ストリップ11の平坦度も保てない状態になってしまう。これは、板クラウン11a、圧延ロール12の視みが放物線(2次曲線)に近い形であるのに対し、エッジドロップ11bはロール表面の凹み変形に起因する

に対し直径の変化量が  $a \cdot x^2 - b \cdot x^2 - c \cdot x$  で与えられるクラウンが施されると共に互いに点対称となるように配置された一対の圧延ロールと、前記圧延ロールを相対的に軸方向に移動させるロールシフト手段と、前記圧延ロールを被圧延材と平行な面内で互いに反対方向に傾斜させるロールクロス手段とを具えたことを特徴とする。

#### <作 用>

ロールシフト手段により圧延ロールを軸方向に互いに反対方向に  $\Delta x$  だけ移動すると、両圧延ロールの隙間分布  $\Delta S_1(x)$  は

$$\Delta S_1(x) = 10a\Delta x \cdot x^4 + 2(10a\Delta x^2 - b) \cdot x^2$$

で与えられる。一方、ロールクロス手段により圧延ロールを傾斜させ、両圧延ロールの成すクロス角を  $\theta$  とすると、両圧延ロールの隙間分布  $\Delta S_2(x)$  は、

$$\Delta S_2(x) = \frac{2x^2 \tan^2 \frac{\theta}{2}}{D}$$

もので、板幅端部で凹み量が急変する高次の曲線になっているためである。

一方、圧延ロール14端部にテーパ部14aを設けたものにあつては有効にエッジドロップ11bを低減することができるが、この場合は板厚や圧下率に変化する毎にテーパ部14aのテーパ量を変更する必要がある、そのため各種の圧延作業を行うためには予め多種類の交換用ロールを用意しておき、その都度ロール交換を行わなければならない、生産性の低下やロールコストの上昇を招くという問題点があった。

本発明は、このような従来の圧延機における問題点を解決するものであり、簡単な操作によって板クラウンとエッジドロップを適正に制御できる圧延機を提供することを目的としている。

#### <問題点を解決するための手段>

上述の問題点を解決する本発明にかかる圧延機は、胴長中心から軸方向にとった座標  $x$

で与えられる。ここで、 $D$  は圧延ロール径であり、両圧延ロール径は等しいとしている。

従つて、これらによって両圧延ロール間に創成される隙間分布  $\Delta S(x)$  は、

$$\Delta S(x) = \Delta S_1(x) + \Delta S_2(x)$$

$$= 10a\Delta x \cdot x^4 + 2(10a\Delta x^2 - b + \frac{\tan^2 \frac{\theta}{2}}{D}) \cdot x^2$$

となる。

上式  $\Delta S(x)$  において、第1項の高次の成分は主としてエッジドロップに対応させ、第2項の放物線成分は板クラウンに対応させて板厚分布を補償する。すなわち、まず、圧延ロールを軸方向に互いに反対方向に移動させることでエッジドロップが補償され、その結果生じる板クラウンの変化は圧延ロールを互いに反対方向に傾斜させることによって補償される。

#### <実施例>

以下、本発明の一実施例を図面によって

具体的に説明する。

第1図は本発明の一実施例にかかる圧延機の正面図、第2図はその平面図である。第1図及び第2図において、21は被圧延材である金属ストリップ、22は本発明にかかるクラウニングが施された圧延ロール、23は補強ロールである。

第1図に示すように、圧延ロール22は金属ストリップ21を挟んで上下に位置するように一対設けられ、それらの両端はそれぞれ軸受箱24に支持されている。また、圧延ロール22には各々補強ロール23が設けられていて、各補強ロール23の両端はそれぞれ軸受箱25に支持され、これらの軸受箱25が軸受箱押えブロック26により支えられる一方、前記圧延ロール22の軸受箱24はこの補強ロール23の軸受箱25に軸方向に移動できるように保持されている。この圧延ロール22の軸受箱24にはロールシフト手段として移動装置27が取付けられて

おり、この移動装置27で軸受箱24を押引することにより、上下の圧延ロール22をそれぞれその軸方向に動かすことができるようになっている。

第2図に示すように、補強ロール23の軸受箱25の側面(金属ストリップ21の搬送方向前後に位置する面)にはそれぞれ凹形のライナ28が取付けられると共に、このライナ28に嵌まり合ってそれを押圧する凸曲面形状の押圧部29を有するシリンダ30がハウジング31内に組込まれており、これらによってロールクロス手段が構成されている。すなわち、補強ロール23の一端側の軸受箱25を挟んで対向するシリンダ30の一方を油圧供給装置32で伸長させると共に他方を短縮させることで軸受箱25を例えば金属ストリップ21の搬送方向前方側へ移動させると共に、補強ロール23の他端側の軸受箱25を同様に搬送方向後方側へ移動させることにより、該補強ロール23を金属

ストリップ11と平行な面(水平面)内でその軸線を搬送方向と直角を成す方向に対して傾斜させることができ、これを上下の補強ロール23について互いに反対方向となるように行うことで上下の補強ロール23を上下方向から見てクロスさせることが可能である。圧延ロール22の軸受箱24はこの補強ロール23の軸受箱25に抱かれているため、圧延ロール22は補強ロール23と同じに傾斜することになる。尚、4本のシリンダ30は互いに連動して作動するようにしてもよいし、互いに独立して作動するようにすることも可能である。また、ロールシフト手段は圧延ロール22を直接傾斜させるように構成することもできる。

さらに、本発明にかかる圧延ロール22は、磨長中心から軸方向にとった座標xに対し、直径の変化量が、

$$c_r(x) = ax^3 - bx^2 - c$$

$$(a > 0, b \geq 0, c > 0) \dots\dots (1)$$

で与えられるクラウニングが施されており、上下の圧延ロール22が互いに点対称となるように配置されている。

このような圧延ロール22において、まず上下圧延ロール22を軸方向に互いに反対方向に $\Delta x$ だけ移動させたときの両者の相対隙間を考える。まず、上下の圧延ロール22を共通の座標系で表わすと、上側の圧延ロール22を

$$c_{r-1}(x) = ax^3 - bx^2 - cx \dots\dots (2)$$

とすると下側の圧延ロール22は点対称であるから

$$\begin{aligned} c_{r-2}(x) &= a(-x)^3 - b(-x)^2 - c(-x) \\ &= -ax^3 - bx^2 + cx \dots\dots (3) \end{aligned}$$

となる。

いま、両圧延ロール22を互いに逆方向に $\Delta x$ だけ移動させると、点対称軸は移動

しないから点対称軸から  $x$  の位置にある上下圧延ロール 22 のクラウン量は、それぞれ次式で与えられる。

$$C_{r-1}(x+\Delta x) = a(x+\Delta x)^5 - b(x+\Delta x)^2 - c(x+\Delta x) \quad \dots\dots(4)$$

$$C_{r-2}(x-\Delta x) = -a(x-\Delta x)^5 - b(x-\Delta x)^2 + c(x-\Delta x) \quad \dots\dots(5)$$

従って、このときの両圧延ロール 22 の隙間  $\Delta S_1(x)$  は式(4)、(5)を加えて、

$$\begin{aligned} \Delta S_1(x) &= C_{r-1}(x+\Delta x) + C_{r-2}(x-\Delta x) \\ &= a(10\Delta x \cdot x^4 + 20\Delta x^2 \cdot x^2 + 2\Delta x^5) \\ &\quad - b(2x^2 + 2\Delta x^2) - 2c\Delta x \\ &= 10a\Delta x \cdot x^4 + 2(10a\Delta x^3 - b)x^2 \\ &\quad + (2a\Delta x^5 - 2b\Delta x^2 - 2c\Delta x) \end{aligned}$$

ここで、第3項は  $x$  に無関係であるから、両者の相対隙間は次式となる。

$$\Delta S_1(x) = 10a\Delta x \cdot x^4 + 2(10a\Delta x^3 - b)x^2 \quad \dots\dots(6)$$

次に、圧延ロール 22 をそれぞれ傾斜させて上下方向から見てクロス角  $\theta$  でクロス

させたときの両者の相対隙間を考える。いま、第3図(a)に示すように、クロス角  $\theta$  でクロスする両圧延ロール 22 の交差点  $o$  から  $x$  離れた位置でのロール中心のずれ量  $\delta$  は、

$$\delta = x \tan \frac{\theta}{2} \quad \dots\dots(7)$$

また、両圧延ロール 22 のロール径を共に  $D$  とすると、この  $x$  の位置における両圧延ロール 22 の隙間  $\Delta S_2(x)$  は、第3図(b)から、

$$\begin{aligned} \Delta S_2(x) &= \sqrt{D^2 + (2\delta)^2} - D \\ &= D \sqrt{1 + \frac{4\delta^2}{D^2}} - D \end{aligned}$$

ここで、 $\delta \ll D$  であるから

$$\begin{aligned} \Delta S_2(x) &\approx D \left( 1 + 2 \left( \frac{\delta^2}{D^2} \right) \right) - D \\ &= \frac{2\delta^2}{D} \quad \dots\dots(8) \end{aligned}$$

式(7)、(8)から

$$\Delta S_2(x) = \frac{2x^2 \tan^2 \frac{\theta}{2}}{D} \quad \dots\dots(9)$$

以上の軸方向移動による隙間  $\Delta S_1(x)$  とロールクロスによる隙間  $\Delta S_2(x)$  を重ね合わせた隙間  $\Delta S(x)$  は式(6)、(9)を加えて、

$$\Delta S(x) = 10a\Delta x \cdot x^4 + 2 \left( 10a\Delta x^3 - b + \frac{\tan^2 \frac{\theta}{2}}{D} \right) x^2 \quad \dots\dots(10)$$

となる。

式(10)において、第1項は高次の4次式であるので、主としてエッジドロップの補償に対応させ、第2項の放物線成分は板クラウンの補償に対応させればよい。これにより、目標のエッジドロップ量と板クラウン量から与えられる必要なロール隙間の補償量に対し、圧延ロール 22 の軸方向相対移動量と圧延ロール 22 のロールクロス角を変えることにより、それぞれを独立して制御することができる。すなわち、エッジドロップを補償するためには先ず圧延ロール 22 を軸方向に互いに反対方向に移動させ、その結果生じる板クラウンの変化は圧延ロール 22 を互いに

反対方向に傾斜させてクロスさせることで補償すればよい。また、板クラウンのみを補償するには、主に圧延ロール 22 をクロスさせることで行う。

尚、圧延においては大きな板クラウンの板も作る必要があるため、係数  $b$  は、ロールの最大移動量を  $\Delta x_{max}$  とすると、 $b \geq 10a\Delta x_{max}^3$  であるのが望ましい。さらに、係数  $c$  は板厚補償性能には関係がないが、 $c$  を変えることによりロール径差を小さくできるため、正の値を選ぶのがよい。

#### <発明の効果>

以上、一実施例を挙げて詳細に説明したように本発明によれば、圧延ロールをロールシフトさせることでエッジドロップを補償できると共に、圧延ロールをロールクロスさせることで板クラウンを補償できるので、簡単な操作によって板クラウン及びエッジドロップの双方を適正に制御することが可能となり、被圧延材の軸方向の板厚精度を大幅に

改善することができる。従って従来、許容公差外のため切り捨てられていた幅端部まで製品として使用でき、歩留りを大幅に向上させることができる。また、圧延ロールには1種類のロールクラウニングを施しておくだけで各種仕様の圧延作業に適用できるので、複数種類の圧延ロールを用意する必要がなく、ロールコストの低減や生産性の向上にも寄与し得る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例にかかる圧延機の正面図、第2図はその平面図、第3図(a)、(b)はロールクロス時の説明図、第4図は板厚分布を表わす金属ストリップの横断面図、第5図及び第6図はそれぞれ従来例にかかる圧延機の概念図である。

図面中、

21は金属ストリップ、

22は圧延ロール、

27は移動装置、

30はシリンダである。

特許出願人

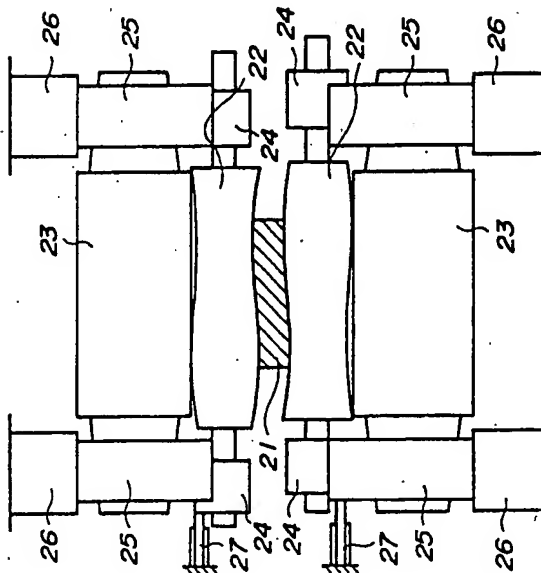
三菱重工業株式会社

代理人

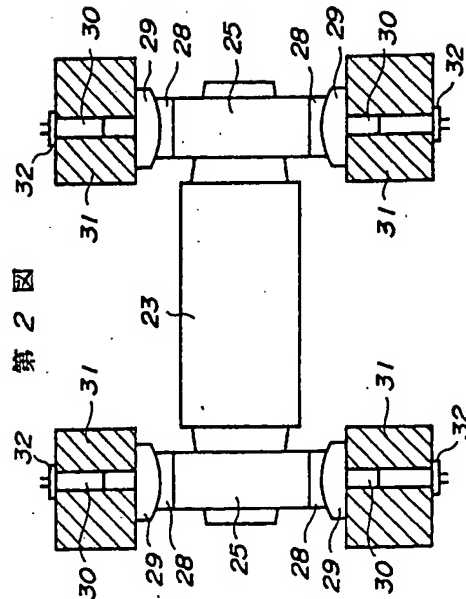
弁理士 光石士郎

(他1名)

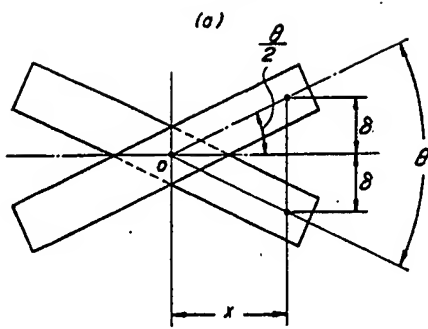
第1図



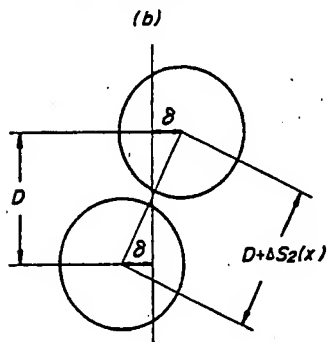
第2図



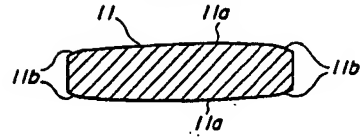
第3図



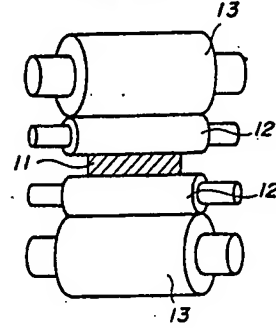
第3図



第4図



第5図



第6図

